



Kanatlı Sindirim Sisteminin Fonksiyonel Histolojisi

Yağmur Raziye KOÇAK^{1,a}, Tuğba ÖZAYDIN^{1,b,✉}

¹Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Konya, TÜRKİYE

^aORCID: 0000-0002-8221-0452; ^bORCID: 0000-0002-4552-5658

Geliş Tarihi/Received
25.12.2018

Kabul Tarihi/Accepted
10.05.2019

Yayın Tarihi/Published
31.12.2019

Öz

Sindirim sistemi, sindirim kanalı ve salgılarını bu kanala akıtan bezlerden oluşmaktadır. Kanatlı sindirim sistemi temel yapı ve fonksiyonlar bakımından memeli sindirim sistemine benzemekle birlikte bazı anatomik ve histolojik farklılıklara sahiptir. Gaga ile başlayıp ürogenital yolla birleşip kloaka ile son bulan sindirim kanalı; ağız boşluğu, yutak, yemek borusu, kursak, glandüler ve muskuler olmak üzere iki kısımdan oluşan mide, ince bağırsak (duodenum, jejunum, ileum) ve kalın bağırsaktan (sekum, rektum, kloaka) ibarettir. Ayrıca pankreas ve karaciğer sindirim olaylarında önemli rolleri olan anatomik bezlerdir. Bu derlemede kanatlılarda sindirim sisteminin fonksiyonel histolojisi hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Histoloji, kanatlı, sindirim sistemi

Functional Histology of Avian Digestive System

Abstract

The digestive system consists of digestive tract and glands that secrete their secretion into this canal. The avian digestive system is similar to the mammalian digestive system in terms of basic structure and functions, but has some anatomical and histological differences. The digestive tract that begins at the beak and ends at the cloaca includes the mouth, pharynx, esophagus, crop, glandular and muscular stomach, small intestine (duodenum, jejunum, ileum) and the large intestine (secum, rectum, cloaca). Also, pancreas and liver are anatomical glands which have important roles in digestive events. In this review, it is aimed to give information about functional histology of digestive system in poultry.

Key Words: Avian, digestive system, histology

GİRİŞ

Sindirim sistemi, yemin alınması, besin maddelerine dönüşümü, emilimi ile bu süreçte oluşan atıkların vücuttan atılmasından sorumlu olan sistemdir. Ayrıca sindirim kanalı içerdiği lenfoid yapılardan dolayı vücudun lokal savunmasında da rol alır. Su kuşları dışında kanatlılarda lenf düğümü olmadığı için sindirim kanalında yer alan lenfoid dokular bu türlerde ayrı bir öneme sahiptir. Ruminantlar gibi birçok başka türle karşılaştırıldığında basit ancak etkili yapıda olan kanatlı sindirim sistemi, bu türlerin uçabilme ve hayatta kalabilme yeteneklerini artırırken bu durum aynı zamanda söz konusu türün yüksek kalitede ve kolay sindirilebilir yemlerle beslenmesini gerektirmektedir (1).

Kanatlılarda da sindirim sistemi, sindirim kanalı ve salgılarını bu kanala akıtan bezlerden oluşmaktadır (2). Bununla birlikte kanatlı sindirim sistemini memelilerdekinden ayıran önemli farklılıklar bulunmaktadır.

Kanatlı sindirim sistemini memeli sindirim sisteminden ayıran temel farklılıklar şunlardır:

– Kanatlılarda sindirim kanalı gaga ile başlayıp kloaka ile sonlanan tüp benzeri bir organdır.

- Kanatlı hayvanlarda dudak, yanak ve dişler bulunmaz.
- Yumuşak damağın bulunmadığı kanatlılarda ağız boşluğu bir yarık aracılığıyla burun boşluğuyla ilişki halindedir.
- Bazı kanatlı türlerinde ağız boşluğu tabanında yemlerin taşınmasını sağlayan aşırı genişleyebilen keseler bulunur.
- Kanatlılarda hem alt hem de üst çene hareketlidir.
- Ağız boşluğu ile farinks belirgin sınırla ayrılmamıştır.
- Özofagus göğüs boşluğu girişinde kursak olarak isimlendirilen kese benzeri bir genişleme yapar.
- Kanatlı midesi glandüler mide ve muskuler mide olmak üzere iki kısımdan oluşur ve dişlerin fonksiyonunu muskuler mide üstlenmiştir.
- Duodenum kanatlılarda “U” şeklinde bir kıvrım yapar. Pankreas duodenumun iki kolu arasında şerit şeklinde yerleşmiştir.
- Memelilerde ince bağırsağın ilk kısmında submukozada bulunan Brunner bezleri kanatlılarda bulunmaz.
- Memelilerde bağırsak kriptlerinde bulunan ve lizozim gibi antimikrobiyel substansları salgılayan Paneth hücreleri kanatlılarda çok nadir bulunmaktadır.
- Kanatlılarda kalın bağırsak sekum, rektum ve kloakadan oluşur.
- Çoğu kanatlı türünde iki adet sekum bulunur.
- Kalın bağırsağın son bölümü kloaka vücudun dışına açılan, sindirim ve ürogenital sistem için ortak bir boşluktur.

– Kanatlılarda karaciğeri saran kapsül memelilerdekinden daha incedir ve interlobuler septum çok incedir, tipik lopçuk yapısı yoktur. Vena sentralisin bulunduğu her bir ünite bir lopçuğun karşılığı kabul edilir.

– Memelilerden farklı olarak kanatlı pankreasında koyu ve açık adacıklar olmak üzere iki tip adacık bulunur. Kanatlılarda glukagon üreten A hücreleri insülin üreten B hücrelerinden daha fazladır. Ayrıca kanatlı pankreasında özellikle de ötücü kuşlarda somatostatin üreten D hücreleri memelilerdekinden daha fazladır.

SİNDİRİM KANALI

Ağız boşluğu

Sindirim kanalının ilk bölümünü oluşturan ağız boşluğunun tümü çok katlı yassı epitelle kaplıdır. Ağız boşluğunun ön kısmında lamina propria ve submukoza ayrımı yapılamazken, arka kısımda epitelin altındaki bağ doku katmanı lamina propria ve submukoza olarak ayrılır. Ağız boşluğu mukozasında lamina muskularis katmanı bulunmaz. Ağız boşluğunun tabanı bazı türlerde çok fazla genişleyebilme özelliğine sahip membran benzeri bir yapıdadır (3).

Gaga (Rostrum)

Boynuzlaşmış derinin çene ve insisiv kemiklerin üzerini sarmasıyla şekillenen gaga; besinlerin alınması, taşınması ve parçalanmasının yanı sıra düşmanlara karşı savunma, tüylerin düzeltilmesi ve yuva yapımı gibi daha birçok işte kullanılır (1, 4). Gaganın şekli ve uzunluğu türlere göre değişim gösterir ve gaga şekliyle beslenme tipi arasında sıkı bir ilişki vardır (5).

Üst gagada, civcivin yumurtadan çıkışında görev alan ve civciv yumurtadan çıktıktan bir iki gün sonra kaybolan yumurta dişi bulunur (6).

Damak (Palatum)

Kanatlı hayvanlarda yumuşak damak bulunmazken, ağız boşluğunun çatısını oluşturan sert damak kutan mukozaya sahiptir. Sert damağın orta hattında tavuk ve güvercinlerde uzun, kaz ve ördekte ise kısa dar bir yarık (choanal yarık) bulunur (1, 3, 4). Bu yarık vasıtasıyla ağız ve burun boşluğu birbiri ile ilişkilidir. Bu nedenle kanatlılar su içerken suyun burun boşluğuna kaçmasını engellemek için başlarını yukarı kaldırır (3, 4).

Dil (Lingua)

Kanatlılarda dil hem yemin alınması hem de yemin yutulması için ağzın arkasına itilmesinde görev almaktadır (1, 7). İçinde bulunduğu alt gaganın şekline uyum sağlamış olan dil tavuk ve güvercinlerde dar ve ön ucu sivriyken, su kuşlarında ise daha geniştir ve ön ucu daha az sivridir (1, 4, 8). Dil, kalın ve keratinleşmiş epitele sahiptir ki bu özellik uç kısmında daha fazladır. Dilde geriye doğru yönelmiş olarak bulunan papillalar yemlerin önden arkaya doğru yol almasını kolaylaştırır. Bu papillalar çoğunlukla papilla filiformis'tir. Kaz ve ördekte süzgeç görevi yaparak sudaki planktonların süzülmesinde yardımcı olan papilla koniselere de rastlanır. Kanatlılarda tat tomurcukları türler arasında farklılıklar gösterir. Örneğin, tavuklarda tat

tomurcukları bulunurken, kaz ve ördek dillerinde bulunmaz. Hyoid kemik, dili desteklemek üzere bir çatı oluşturmaktadır. Dil kemiğinin ventralinde uzunlamasına yerleşmiş çizgili kas bulunur (4, 8). Ayrıca yer yer lenfoid doku ve müköz bezler de dilde lokalize olmuştur (1).

Yutak (Farinks)

Kanatlı hayvanlarda ağız boşluğu ve yutak belirgin bir sınırla ayrılmamıştır ve ikisi birlikte genel olarak orofarinks olarak isimlendirilmektedir (1). Yutak tavanının ortasında bulunan yarık (infundibular yarık) yutak boşluğunu orta kulak ile birleştirir (4). Çok katlı yassı epitelle kaplı yutağın arka kısmında ve burun boşluğunun yutağa açılan bölümünde boynuzsu papillalar bulunur. Bu yapı kanatlılarda lokmanın yutulmasını kolaylaştırmaktadır. Nitekim kanatlılarda yutma işlemi başın yukarı doğru kaldırılması ve lokmanın önden arkaya itilmesiyle gerçekleşmektedir (5).

Yemek borusu (Özofagus)

Kanatlılarda özofagus farinksten proventrikulusa kadar uzanan ince duvarlı ve memelilerden nispeten daha geniş çapa sahip boru şeklinde bir organdır. Gıdaların proventrikulusa geçişini ve ıslatılmasını sağlayan özofagus kanatlılarda, pars servikalis ve pars torasica olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır (3, 9, 10).

Özofagus iç yüzünde bulunan longitudinal kıvrımlar özellikle şahin, baykuş, karabatak gibi türlerde ileri derecede genişleme özelliğine sahiptir ki bu durum yiyeceklerin büyük bir kısmının alınmasını ve saklanmasını kolaylaştırır. Kırlangıç gibi beslenmenin hızlı olduğu türlerde ise özofagusun kıvrımları en alt seviyededir (4, 9).

Kanatlı hayvanlarda da özofagus duvarı tunika mukozaya, tunika muskularis ve tunika adventisya katmanlarından oluşur (9). Mukozaya mikroorganizmaların girişi için bir engel oluştururken, üretilen mukus sindirim kanalı boyunca gıdaların geçişini kolaylaştırmaktadır (1). Çok katlı yassı özellikteki lamina epitelialis kanatlılarda gerçek bir keratinleşme göstermez. Kollagen iplikler yanında elastik iplikler de içeren ince bir bağ doku özelliğindeki lamina propria müköz özellikte basit dallanmış tubuloalveoler veya bileşik tubuler bezler ile mideye yakın kısımda çok sayıda lenf folikülü ve lenfosit infiltrasyonları içerir. Lamina muskularis, longitudinal seyirli düz kas teli demetlerinden oluşmuştur. Submukoza arter, ven, lenf damarları ve sinir teli demetleri içeren gevşek bağ doku yapısındadır. Bu katmanda özofagus bezleri olarak adlandırılan serö-müköz özellikteki basit tubuloalveolar bezler de bulunur. Tunika muskularis, içte sirküler ve dışta longitudinal kas katmanlarından ibarettir. Özofagus tüm uzunluğu boyunca kan ve lenf damarları ile sinir tellerini içeren elastik ipliklerden zengin gevşek bağ dokudan ibaret tunika adventisya ile sarılıdır (9, 10, 11, 12).

Kursak (Crop)

Kanatlılarda özofagus göğüs boşluğu girişinde kursak olarak isimlendirilen kese benzeri bir genişleme yapar. Kursak, yemleri ilk aşamada depolayarak mideye yavaşça geçişini sağlar ve böylece kanatlıların periyodik olarak

beslenmelerine olanak tanır (1). Oldukça esnek bir yapıya sahip olan söz konusu bu yapı fazla miktarda sindirilmemiş yemi depolayabilir (1, 13). Ticari broylerlerin ad libitum beslenmeleriyle ilgili çalışmalar bu hayvanların yarı sürekli tarzda beslendikleri ve bu durumda kursağın maksimal kapasitede kullanılmadığını göstermektedir. Kursaktan herhangi bir enzim salınımı ve önemli ölçüde bir emilim bildirilmemiştir. Bununla birlikte sindirim kanalının ilerleyen kısımlarında gerçekleşen öğütme ve enzimatik sindirime yardımcı olabilecek olan yemlerin ıslatılma işlemi burada gerçekleşir (14).

Kursak kanatlı türlerine göre farklı özellikler gösterir. Güvercinlerde iyi gelişmiş lateral iki kese olarak, tepeli tavuklarda servikal ve torakal olmak üzere iki kese halinde bulunan bu yapı papağan ve birçok serçe türünde genelde ventral veya lateral kese olarak bulunur. Hindilerde çok geniş olan kursak ördek, kaz gibi su kuşlarında ise özofagusun mekik şeklinde basit genişlemesinden ibarettir. Muhabbet kuşlarında boynu transversal şekilde sararken, martı ve penguenlerde ise bulunmaz (4, 9, 10). Histolojik yapısı özofagusa benzeyen kursakta lamina epitelyalis daha kalındır. Lamina propriya bazı türlerde müköz bezler içerir. Kursağın proksimal kısmında fazlaca bakteri popülasyonu ve az longitudinal kıvrım söz konusuysen distal bölümü daha düz bir yapı gösterir ve daha az bakteri popülasyonu göstermektedir (3, 9).

Güvercinlerde kursaktan kuş sütü salgılanır. Kuluçkadan çıkan yavruların bir süre beslemesini sağlayan bu salgı çok katlı yassı epiteldeki yüzeyel hücrelerin döküntüsüyle oluşur (9, 15).

Mide (Ventrikulus, Gaster)

Kanatlı midesi bir isthmus ya da intermediyer bölge ile ayrılmış olan proventrikulus (glandüler mide, Ventrikulus Glandularis) olarak isimlendirilen glandüler bölüm ve taşlık (muskuler mide, Ventrikulus muskularis) olarak isimlendirilen muskuler bölüm olmak üzere iki kısımdan oluşur. (15, 16, 17).

Proventrikulus (Glandüler mide, bezsel mide): Proventrikulus mekik şeklindedir ve yemek borusu ile muskuler mide arasında uzanır. Büyüklüğü türlere göre değişen midenin bu bölümü tavuk ve güvercinlerde daha dar bir boşluk halindeyken, albatros, leylek, martı ve karabatak gibi etle beslenen kanatlılarda oldukça geniş olup esnek bir yapıya sahiptir (18). Duvarı oldukça kalın olan proventrikulus glanduler mukozaya sahiptir (1, 15). Uzunlamasına düğümlerin yer aldığı mukozanın lamina epitelyalis katmanı tek katlı prizmatik hücrelerden oluşmaktadır. Lamina propriya, yüzeyel mide bezleri ile çok sayıda nodüller ya da diffüz lenfoid doku içerir. Lamina muskularis longitudinal seyirli kas teli demetlerinin oluşturduğu kesintili bir katman halindedir. Submukozada çok sayıda bileşik, dallanmış tubuler bezler bulunur (16). Organ kalınlığının büyük bir bölümünü oluşturan bezler, yüzeyel basit tubuler bezler ve oksintikopeptik hücreleri içeren derin proventriküler bezler olmak üzere iki tiptir. Oksintikopeptik hücreler hem hidroklorik asit hem de pepsinojenin prekürsörünü salgılar ve böylece memelilerdeki pariyetal ve peptik hücrelerin fonksiyonlarını

yerine getirirler (1, 6, 16). Tunika muskularis içte ve dışta longitudinal, ortada sirküler seyirli düz kas tellerinden oluşan üç katlı bir katman halinde gözlenir. Organı en dıştan tunika seroza sarar (16, 17).

Muskuler mide (Gizzard): Taşlık olarak da bilinen muskuler mide biraz konveks lense benzeyen yassı ve yuvarlak bir şekle sahiptir (1, 16). Bu organ esas olarak çok güçlü düz kaslardan oluşur. Bu nedenle duvar yapısı oldukça kalındır ve mukoza yüzeyi uzunlamasına seyreden düğümler içerir. Lamina epitelyalis tek katlı prizmatik epitel hücrelerinden meydana gelir. Yüzey epiteli lamina propriya içerisine invagine olarak mukozal bezleri oluşturur. Basit tübüler özellikte olan bu bezlerin lümenleri salgıları ile doludur. Yüzey epitel hücreleri ile mukozal bezlerin salgıları mukoza yüzeyini kaplayan keratin benzeri krem renkli, kalın ve sert bir tabaka oluşturur. Koilin olarak bilinen bu tabaka yaklaşık 1 mm kalınlığındadır. Lamina propriya ve submukoza gevşek bağ dokudan oluşmuştur. Tunika muskularis içte oldukça kalın sirküler katman ve dışta dar longitudinal katmandan oluşur. Organı dıştan ince bir tunika seroza sarar (15, 16, 17). Proventrikulusda salgılanan pepsinojen ve hidroklorik asit, taşlıkta güçlü kas hareketleriyle gıda maddeleriyle karıştırılır. Ağız boşluğunda gerçekleşmeyen yemin öğütülmesi işlemi de taşlığın diğer önemli bir fonksiyonudur (14). Öğütme ve karıştırma işlemlerinin gerçekleştirilmesinde taşlık da bulunan çakıl taşı ya da kum taşları gibi sert cisimcikler de yardımcı olur (6, 14, 16). Güçlü kontraksiyonlar yapabilen taşlıkta yemin öğütülmesi işlemi, memelilerde dişlerin çiğneme fonksiyonuna benzemektedir (16).

Penguenler ile balıkçıl ve yırtıcı kuşlarda pyloris olarak isimlendirilen üçüncü bir mide bölümü bulunur (3, 4).

Bağırsaklar (İntestinum)

Kanatlılarda bağırsak kanalı memelilerde olduğu gibi ince ve kalın bağırsak olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. İnce bağırsak duodenum, jejunum ve ileum olarak üç bölüm halindeyken, kalın bağırsak sekum, rektum (kolon) ve kloakadan ibarettir (19).

İnce bağırsak

İnce bağırsak; sindirim sisteminin, son besin sindirimini, metabolit emilimin ve endokrin sekresyonun yapıldığı önemli bir bölümdür (20). Bağırsağın bu bölümü sindirim sürecinin bir parçası olan kompleks gıda bileşiklerinin basit bileşiklere yada yapı taşlarına parçalanmalarını sağlayan enzimleri üretir ve bu bileşikler bağırsak duvarından emilerek daha sonra işlenecekleri, depolanacakları veya kullanılacakları organ ya da bölgelere taşınırlar (1).

Nispeten uzun ve sabit bir çapa sahip olan ince bağırsağın ilk kısmı olan duodenum kanatlılarda "U" şeklinde bir kıvrım yapar. Sindirim ve emilimin önemli bir kısmı ince bağırsağın en uzun parçası olan jejunumda gerçekleşir. İleum ince bağırsağın son bölümüdür ve besin maddelerinin sindirim ve emiliminin bir kısmı gerçekleşse de bu bölümün esas fonksiyonunun su ve vitamin emilimi olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte hızlı büyüyen broylerlerde nişasta sindirim ve emiliminde ileumun önemli bir rolü olduğu ileri sürülmektedir (1, 14).

İnce bağırsak duvarı en içte tunika mukoza, ortada kas katmanı tunika muskularis ve en dışta peritonun viseral yaprağı tunika seroza katmanlarından oluşur (15). Tunika mukoza dört katlı bir yapı gösterir. Lamina epitelyalis, bazal membran üzerine oturan tek katlı prizmatik epitel hücreleri (enterositler) ve bunların arasında bulunan kadeh hücrelerinden oluşur. Kadeh hücrelerinden salgılanan mukusun intestinal mukozayı hem mekanik hem de kimyasal etkilerden koruyucu görevleri vardır. Lamina propriya kollajen iplikler yanında elastik iplikler ve retikulum ipliklerini de içeren, hücreden zengin bir bağ dokusudur. Bu bağ dokusu içinde intestinal kriptler (Lieberkühn kriptleri) bulunur (6). Kriptlerin bazal yarımında yerleşmiş kök hücreler mitozla çoğalarak, villus boyunca apekse göç eder ve sonunda farklılaşmış, non-proliferatif hücrelere dönüşürler. Farklılaşmış bu hücrelerin ömürleri çok kısadır ve 4-5 gün sonra ölecek bağırsak lümenine atılırlar (21). Çoğunlukla intestinal kriptlerin dip kısımlarında lokalize olan enteroendokrin hücreler ise gastrointestinal kanalın sekresyon ve motilitesini düzenleyen lokal etkili hormonları salgırlar (6). Memelilerde bağırsak kriptlerinde bulunan ve lizozim gibi antimikrobiyel substansları salgılayan Paneth hücreleri kanatlılarda çok nadir bulunmaktadır (22). Lamina muskularis, birbirine dik iki doğrultuda uzanan düz kas teli demetlerinin oluşturduğu iki katman halindedir. Submukoza gevşek bağ doku özelliğindedir. Memelilerde ince bağırsağın ilk kısmında submukozada bulunan Brunner bezleri kanatlılarda bulunmaz. Tunika muskularis içte sirküler dışta longitudinal seyreden düz kas tellerinin oluşturduğu iki katman halindedir. Tunika seroza periton boşluğuna bakan yüzü örten tek katlı yassı hücreler (mezotel hücreleri) ve bu hücrelerin altındaki ince gevşek bağ dokusu katmanından oluşur (6, 15).

İnce bağırsağın sindirim ve emilim fonksiyonları bazı özelleşmiş yapılarla kolaylaşmaktadır. İnce bağırsağın iç yüzü çıplak gözle de görülebilen kalıcı mukozal kıvrımlar gösterir. Plika sirkularis veya Kerckring plikaları olarak isimlendirilen bu kıvrımlar ince bağırsağın emilim yüzeyini artırmaya katkıda bulunan oluşumlardan biridir (1, 15, 20). Ayrıca ince bağırsak mukozasının lümeneye bakan yüzeyi yaprak ya da parmak şeklinde uzantılarla donanmıştır. Villus intestinalis olarak adlandırılan bu mukoza çıkıntıları bağırsağın emilim yüzeyini ileri derecede artırır. Emilim yüzeyini artıran bir diğer yapı da mikrovilluslardır. Bir miktar sitoplazmayla birlikte hücre zarının evaginasyonu sonucu şekillenen mikrovilluslar, enterositlerin apikal yüzlerinde bulunurlar (1, 23).

Kalın bağırsak

Kanatlılarda kalın bağırsak sekum, rektum ve kloakadan oluşur. Kalın bağırsağın histolojik yapısı bazı farklılıklar dışında ince bağırsağa benzemektedir (3).

Çoğu kanatlı türünde sekum iki tanedir ve bu özelliğiyle memelilerden farklıdır (24, 25). Sekumun büyüklüğü ve şekli kanatlı türlerine göre farklılık göstermektedir (14). Bildircin ve baykuşlarda çok geniş olan sekum, kumru ve serçegillerde çok küçüktür. Papağan, şahin ve doğanda rudimenterdir ya da hiç bulunmaz.

Güvercinde ise çok kısadır ve tamamıyla lenfoepitelyal organ haline dönüşmüştür (25). Sekumun önemli bir fonksiyonu su ve elektrolit emilimidir (14). Sekumun bazı karbonhidratların mikrobiyal parçalanmasında (26, 27), vitaminlerin mikrobiyal sentezinde (28), kolesterol sindirimi ve emiliminde (29) rolü olduğu bilinmektedir. Ayrıca sekum duvarında bulunan sekal tonsiller, GALT (Gut-Associated Lymphoid Tissue)'ın önemli bir parçasıdır ve sekuma ulaşan yabancı mikroorganizmalara karşı immünolojik yanıtta önemli rol oynarlar (30).

Memelilerdeki kolonun karşılığı olarak değerlendirilen rektum oldukça kısa olup omurların altında neredeyse düz bir çizgi halinde uzanır. Memelilerin kolonunda villus bulunmazken çok sayıda kadeh hücresi gözlenir. Kanatlı rektumunda ise çok sayıda yassı villus ve nispeten daha az sayıda kadeh hücresi dikkati çeker (19).

Kalın bağırsağın son bölümü kloaka vücudun dışına açılan, sindirim ve ürogenital sistem için ortak bir boşluktur. Kloaka iki kontraktıl halka ile üç bölgeye ayrılır. Bunlar sırası ile rektumun devamı olan coprodeum, üreterler ve genital kanalların açıldığı orta kısım urodeum ve dışarıya açılan proctodeum'dur. Coprodeum mukozası prizmatik epitel hücreleriyle döşenmiştir ve kısa villuslar ile intestinal kriptleri içerir. Fazla suyu emerek idrarın katılmasını sağlayan urodeumda gerçek anlamda villuslara rastlanmaz ve mukoza bezsizdir. Proctodeum mukozası uzun prizmatik hücrelerle döşenmiştir. Proctodeum'a enlemesine bir yarık vasıtasıyla bursa Fabricii açılır (4, 31). Sindirilemeyen gıda ve atıklardan oluşan materyal kloakada idrarla karışır ve dışkı olarak vücuttan atılır (1).

BEZLER

Tükürük bezleri (Glandula Salivales)

Kanatlılarda ağız boşluğunun çeşitli yerlerinde küçük ve çok sayıda mikroskobik tükürük bezi bulunur. Böcek ve tahilla beslenen kanatlılarda iyi gelişmiş ve oldukça işlevsel olan tükürük bezleri, daha yumuşak besinlerle beslenen kanatlılarda daha az gelişmiştir. Pelikan ve karabatak gibi bazı kanatlı türlerinde ise tükürük bezi bulunmaz. Tükürük salgısı özellikle yapışkan kıvamı ve kayganlaştırıcı etkisiyle tohum ve böceklerin yakalanması ve yutulması ile yuva yapımı gibi işlerde de kullanılmaktadır (3, 4, 32). Memelilerde olduğu gibi bileşik tubuler özellikteki tükürük bezleri dıştan bağ dokudan bir kapsülle sarılıdır. Korpus glandulayı tek katlı prizmatik epitel hücreleri oluşturur. Akırtıcı kanallar birleşerek ortak bir akırtıcı kanalla ağız boşluğuna açılır (3).

Karaciğer (Hepar)

Karaciğer vücudun en büyük bezidir ve enerji temininin sürekliliğinde merkezi bir organ olarak kabul edilir. Hem endokrin hem de ekzokrin bez fonksiyonu gören karaciğerin; protein, yağ ve karbonhidratların metabolizması, safra sentezlenmesi ve salgılanması, detoksifikasyon gibi fonksiyonları vardır. Kanatlı hayvanlarda karaciğer orta hatta parankimal bir köprü ile bağlanan sağ ve sol loblara sahiptir. Güvercin ve devekuşu

gibi birçok kanatlı türünde sağ lob sol lobdan daha büyüktür. Bununla birlikte bazı kanatlı türlerinde iki lob eşit büyüklükte olabilir ve evcil tavuklarda sol lob ventral ve dorsal kısımlara bölünmüştür. Kanatlı karaciğer parenşimi memeli karaciğerine benzemekle birlikte bazı histolojik farklılıklara sahiptir (33, 34). Kanatlılarda organı saran kapsül memelilerdekinden daha incedir ve interlobuler septum çok incedir, tipik lopçuk yapısı yoktur. Vena sentralisin bulunduğu her bir ünite bir lopçuğun karşılığı kabul edilir (1, 3). Hepatositler oval ve merkezi konumlu çekirdeğe sahip polihedral hücrelerdir ve hepatosit kordonları sinuzoidlerle ayrılmışlardır (33). Memeli karaciğerinde olduğu gibi kanatlı karaciğerinde de Kupffer hücreleri mevcuttur. Kanatlılarda karaciğerde de lenf folikülleri ve lenfosit infiltrasyonlarına rastlanır (3).

Safra hepatositlerde sentezlenir ve hepatositlerin oluklaşan yüzeylerinin karşı karşıya gelmesiyle oluşan safra kanalcıklarına salınır. Bu kanallar, safra kesesi içine doğru akan sağ ve sol hepatik kanalları oluşturmak için birleşmiş interloküler kanallara drene olurlar. Bu kanalcıklar da birleşerek sağ ve sol hepatik kanalları oluşturmak üzere birleşen interlobuler kanallara drene olurlar (34).

Safra kesesi (Vesica fella)

Karaciğerde hepatositler tarafından üretilen safrayı yoğunlaştıran ve depolayan safra kesesi, kanatlı hayvanlarda karaciğerin sağ lobu üzerinde konumlanmıştır. Beç tavuğu, güvercin, muhabbet kuşu ve devekuşlarında ise safra kesesi bulunmamaktadır (1). Safra kesesinin bulunmadığı bu türlerde üretilen safra depolanmaksızın safra kanalı yoluyla bağırsaklara iletiildiğinden fonksiyonel bir sorun ortaya çıkmaz (3).

Memelilerden farklı olarak, kanatlılarda safra duodenumun distal bölgesinin ortasına bağlanan iki kanal aracılığıyla duodenuma iletilir. Safra kesesi duvarı tunika mukoza, tunika muskularis ve tunika seroza katmanlarından oluşmaktadır. Mukozanın lamina epitelyalis katmanı tek katlı prizmatik hücrelerden oluşur. Epitel altındaki bağ doku elastik iplikler, kas telleri ve bazı türlerde bez içerir. Tunika muskularis düz kas tellerinden ibaret olup bazı türlerde kopuntulu olabilir. Tunika seroza ise kollajen ve elastik iplikleri içerir (3, 34).

Pankreas (Pancreas)

Kanatlılarda pankreas duodenal halkanın iki kolu arasındaki boşluğu doldurur (1). Pankreas tavuk ve kaz gibi bazı kanatlı türlerinde dorsal, ventral, üçüncü ve splenik olmak üzere dört loba sahipken (35, 36), ördek ve saksagan gibi bazı kanatlı türlerinde dorsal, ventral ve splenik lop olmak üzere üç loba sahiptir (37, 38). Kanatlı pankreasının histolojik yapısı genel olarak memeli pankreasına benzer. Dıştan bağ dokudan bir kapsülle sarılı pankreas, sindirim enzimlerini üreten ekzokrin bölüm ve insülin, glukagon gibi karbonhidrat metabolizmasında görevli hormonları üreten endokrin bölümden oluşur. Endokrin bölüm ekzokrin bölüm içinde irili ufaklı, oval şekilli adacıklar (Langerhans Adacıkları) halinde rastgele dağılmaktadır (1, 7). Bazı endokrin hücreler özellikle pankreatik polipeptid ve

somatostatin hücreleri aynı zamanda asinuslar ve akıtıcı kanallar arasında da bulunurlar (39). Memelilerden farklı olarak kanatlılarda glukagon üreten A hücreleri insülin üreten B hücrelerinden daha fazladır. Ayrıca kanatlı pankreasında özellikle de ötücü kuşlarda somatostatin üreten D hücreleri memelilerdekinden daha fazladır (38, 39). Yine memelilerden farklı olarak kanatlılarda koyu ve açık adacıklar olmak üzere iki tip adacık bulunur. Koyu adacıklar çok sayıda A hücresi ve birkaç D hücresinden oluşurken, açık adacıklar çok sayıda B hücresi ve birkaç ya da biraz daha fazla D hücresinden oluşur. Adacıkların açık ve koyu olarak isimlendirilmesinin nedeni de A ve B hücrelerinin farklı boyanma özelliklerine sahip olmalarından kaynaklanmaktadır (36, 39). Iwanaga ve ark. (39) bu iki tip adacığın pankreasın loblarında farklı dağılım gösterdiğini ileri sürmüşlerdir. Bazı araştırmacılar ise kanatlılarda pankreas adacıklarını alfa adacıkları, beta adacıkları ve miks adacıklar olarak gruplamışlardır. Bu gruplandırmaya göre de daha büyük olan alfa adacıkları çok sayıda A hücresi ile az sayıda D hücresi içerirken, beta adacıkları B hücreleri ile az sayıda D hücresinden oluşmuşlardır. Miks adacıklar ise en az bulunan adacık tipidir (38, 40).

Pankreasın büyük bölümünü oluşturan ekzokrin kısımda salgının üretildiği yapılar asinuslardır. Asinuslar, ilk akıtıcı kanal olan ve duvarı tek katlı yassı hücrelerden oluşan intermediyer tubullere açılırlar. Çok ince ve kısa olan bu tubüller birleşerek duvarı tek katlı yassı epitel hücreleriyle örtülü intralobuler akıtıcı kanalları oluştururlar. Bu tubüllerde birleşerek daha büyük ve tek katlı kübik epitele sahip interlobuler kanalı oluştururlar. Son olarak üretilen enzim ana akıtıcı kanal ductus pancreaticus ile duodenuma ulaştırılır. Bu kanalın duvarı prizmatik epitel hücrelerinden meydana gelmiştir (3). Çoğu kanatlı türünde dorsal ve ventral olmak üzere iki ana akıtıcı kanal bulunur (38).

SONUÇ

Son yıllarda kanatlı sektöründe kat edilen ilerlemelerin yanı sıra gerek hobi amaçlı kaz, ördek, hindi gibi hayvanların yaygın olarak beslenmesi gerekse pet amaçlı kanarya, muhabbet kuşu, papağan gibi egzotik kuşlara duyulan ilginin artması kanatlı hayvanların beslenmesi ile ilgili bilgilerin güncellenmesini gerekli kılmıştır. Farklı yaşam koşulları ile buna bağlı olarak farklı beslenme alışkanlıkları da dikkate alındığında kanatlı türlerinin sindirim sistemi organları ile ilgili detayların bilinmesinin söz konusu türlerin verimliliğini artıracığı gibi sindirim sistemi hastalıklarının tedavisine de önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Swatland HJ. (1994). Structure and Development of Meat Animals and Poultry. Technomic Publishing Company, Pennsylvania, USA.
2. Aksoy FT. (1993). Tavuk Yetiştiriciliği. Şahin Matbaası, Ankara, Türkiye.
3. Taşçı SK. (2018). Sindirim Sistemi-I, Sindirim Sistemi-II. (içinde) Kanatlı Histolojisi. Aslan Ş (editör). Baskı 1. s. 45-69. Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Bursa, Türkiye.

4. Karadağ H, Nur H. (2004). Sindirim Sistemi. (içinde) Evcil Kuşların Anatomisi. Dursun N (editör). Baskı 2. s. 53-90. Medisan Yayınevi, Ankara, Türkiye.
5. Kutlu HR. 2015. Kanatlı Hayvan Besleme. Ders notu. Erişim: http://zootehni.cu.edu.tr/tr/yuklenenler/Kanatli_Besleme_Tu m.pdf. Erişim tarihi: 27.11.2018.
6. Hodges RD. (1974). The Histology of the Fowl. Academic Press, San Francisco.
7. Ross MH, Romrell LJ and Kaye GI. (1995). Histology Text and Atlas, 3rd edn. Williams & Wilkins, Baltimore.
8. Gülmez N. (2008). Sindirim Sistemi I: Ağız Boşluğu. (içinde) Veteriner Özel Histoloji. Özer A (editör). s. 151-160. Nobel Yayın, Ankara, Türkiye.
9. Sağsöz H. (2006). Memeli ve Kanatlı Hayvanlarda Özofagusun Yapısal Özellikleri. Sağ Bil Derg. 15(3): 203-207.
10. Shehan NA. (2012). Anatomical and Histological Study of Esophagus in Geese (*Anser anser domesticus*). Bas J Vet Res. 11(1): 14-22.
11. Hamdi H, El-Ghareeb A, Zaher M, AbuAmod F. (2013). Anatomical, Histological and Histochemical Adaptations of the Avian Alimentary Canal to Their Food Habits: II- *Elanus caeruleus*. IJSER. 4(10): 1355-1364.
12. Kadhim KH, Mohamed AA. (2015). Comparative Anatomical and Histological Study of the Esophagus of Local Adult Male and Female Homing Pigeon (*Columba livia domestica*). Al-Qadisiyah Journal of Vet Med Sci. 14(1): 80-87.
13. Seo KH, Holt PS, Vaughn LE, Gast RK, Stone HD. (2003). Detection of Salmonella Enteritidis specific İmmunoglobulin A Antibodies in Crop Samples From Chickens İnfected with Salmonella Enteritidis. Poult Sci. 82: 67-70.
14. Svihus B. (2014). Function of the Digestive System. J Appl Poult Res. 23: 306-314.
15. Tanyolaç A. (1999). Özel Histoloji. Yorum Basın Yayın San. Ltd. Şti. Ankara, Türkiye.
16. Rossi JR, Baraldi-Artoni SM, Oliveira D, da Cruz C, Franzo VS, Sagula A. (2005). Morphology of Glandular Stomach (*Ventriculus glandularis*) and Muscular Stomach (*Ventriculus muscularis*) of the Partridge *Rhynchotus rufescens*. Cienc Rural. 35(6): 1319-1324.
17. Yörük M. (2008). Sindirim Sistemi II: Sindirim Kanalı. (içinde) Veteriner Özel Histoloji. Özer A (editör). s. 161-183. Nobel Yayın, Ankara, Türkiye.
18. Sağsöz H, Güney Saruhan B, Akbalık ME, Topaloğlu U, Ketani MA. (2017). Kanatlı Proventrikulusunda Vasküler Endotel Büyüme Faktörü ve Reseptörlerinin Dağılımı. Dicle Üniv Vet Fak Derg. 10(2): 122-129.
19. Whittow GC. (2000). Sturkie's Avian Physiology. Fifth Edition. San Diego.
20. Junquera LC, Carneiro J, Kelley RO. (1989). The Digestive System. In: Basic Histology, 6th ed., Perntice Hall, USA.
21. Mamajivalla SN, Fath KR, Burgess DR. (1992). Development of the Chicken Intestinal Epithelium. Curr Top Dev Biol. 26: 123-143.
22. Bar-Shira E, Friedman A. (2005). Ontogeny of Gut Associated Immune Competence in the Chick. Isr J Vet Med, 60(2): 42-50.
23. Dellmann DH. (1992). Textbook Veterinary Histology. Fourth Edition. Lea & Febiger, U.S.
24. Bahadır A, Yıldız H. (2012). Veteriner Anatomi: Hareket Sistemi ve İç Organlar. Baskı 4. Ezgi Kitabevi. Bursa, Türkiye.
25. Strong TR, Reimer PR, Braun EJ. (1990). Morphometry of the Galliform Sekum: A Comparison Between Gambel's Quail and the Domestic Fowl. Cell Tissue Res. 259 (3): 511-518.
26. Jamroz D, Jakobsen K, Bach Knudsen KE, Wilczkiewicz A & Orda J. (2002). Digestibility and Energy Value of the Non-Starchpolysaccharides in Young Chickens, Ducks And Geese, Fed Diets Containing High Amounts of Barley. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol. 131: 657-668.
27. Jorgensen H., Zhao XQ, Knudsen KE & Eggum BO. (1996). The Influence of Dietary Fibre Source and Level on the Development of the Gastrointestinal Tract Digestibility and Energy Metabolism in Broiler Chickens. Br J Nutr, 75: 379-395.
28. Coates ME, Ford JE and Harrison GF. (1968). Intestinal Synthesis of Vitamins of the B Complex in Chicks. Br J Nutr. 22: 493-498.
29. Tortuero F, Brenas A & Riperez J. (1975). The Influence of Intestinal (Ceca) Flora on Serum and Egg Yolk Cholesterol Levels in Laying Hens. Poult Sci. 54: 1935-1938.
30. Rezaian M, Hamed S. (2007). Histological Study of the Caecal Tonsil in the Cecum of 4- 6 Months of Age White Leghorn Chicks. Am J Anim Vet Sci, 2(2): 50-54.
31. Nickel R, Schummer, A, Seiferk E. (1977). Anatomy of the Domestic Birds. Verlag Paul Parey Berlin.
32. Al-Nefey FA, Alahmary BA. (2015). Morphological, Histological and Histochemical Studies of the Lingual Salivary Glands of the Rock Dove, *Patagioenas livia* (Columbidae). Int J Curr Res Acad Rev. 3(8): 280-289.
33. Al-A'araji AS. (2015). Study of some Anatomical and Histological Characteristics in Liver of Male Indigenous Turkey (*meleagris gallopava*). Bas J Vet Res. 14(2): 150-157.
34. Iqbal J, Bhutto AL, Shah MG, Lochi GM, Hayat S, Ali N, Khan T, Khan AM, Khan SA. (2014). Gross Anatomical and Histological Studies on the Liver of Broiler. JAEBS. 4(12): 284-295.
35. Gülmez N, Kocamış H, Aslan Ş, Nazlı M. (2004). Immunohistochemical Distribution of Cells Containing Insulin, Glucagon and Somatostatin in the Goose (*Anser anser*) Pancreas. Turk J Vet Anim Sci. 28: 403-407.
36. Ku SK, Lee JH, Lee HS. (2000). An Immunohistochemical Study of the Insulin-, Glucagon- and Somatostatin Immunoreactive Cells in the Developing Pancreas of the Chicken Embryo. Tissue Cell. 32(1): 58-65.
37. Lucini C, Castaldo L, Lai O. (1995). An Immunohistochemical Study of the Endocrine Pancreas of Ducks. Eur J Histochem. 40: 45-52.
38. Özdemir D, Özüdoğru Z, Balkaya H, Kara H, Erbaş E. (2016). Saksığan (*Pica pica*)'da Pankreas Dokusunun Morfolojik Yapısının İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Vet Bil Derg. 11(1): 67-73.
39. Iwanaga T, Yui R, Fujita T. (1983). The Pancreatic Islets of the Chicken. In: Avian Endocrinology: Environmental and Ecological Perspectives. Mikami SI, Homma K and Wada M. (eds.). pp. 81-91. Japan Scientific Societies Press, Tokyo.
40. Balıkcıer M. (2001). Tavuklarda Pankreasın Yapısal Özellikleri ve Alloksan Verilen Tavuklarda Endokrin Pankreasta Oluşan Değişiklikler. Eurasian J Vet Sci. 17(2): 71-76.

✉ **Yazışma Adresi:**

Doç. Dr. Tuğba ÖZAYDIN
 Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Konya, TÜRKİYE
 e-posta: ttelatar@selcuk.edu.tr